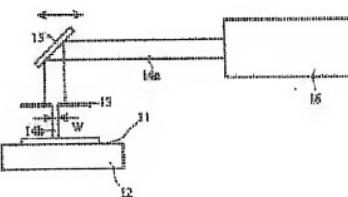


## METHOD FOR ADJUSTING CHARACTERISTIC FOR OPTICAL MULTIPLEXER/DEMULTIPLEXER

**Publication number:** JP2001074950 (A)  
**Publication date:** 2001-03-23  
**Inventor(s):** SATO SHINOBU; ARAI HIDEAKI; SUZUKI RYOJI; HONGO AKISHI  
**Applicant(s):** HITACHI CABLE  
**Classification:**  
- **international:** G01M11/00; G02B6/12; G01M11/00; G02B6/12; (IPC1-7): G02B6/12; G01M11/00  
- **European:**  
**Application number:** JP19990246105 19990831  
**Priority number(s):** JP19990246105 19990831

Abstract of JP 2001074950 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To make optionally adjustable the equivalent refractive index of an optical waveguide without necessitating high temperature heating by irradiating any optical waveguide with ultraviolet rays. SOLUTION: After the optical waveguide 11 is fixed onto a stage 12, the optical waveguide 11 is irradiated with ultraviolet rays 14b. The optical waveguide 11 is irradiated with the ultraviolet rays 14b after ultraviolet rays 14a exited from a light source 16 are turned back by a mirror 15 and are chopped into beams having width W and a uniform intensity distribution by a slit 13. The optical waveguide 11 is irradiated with the ultraviolet rays 14b by matching the slit width W to the part desired to adjust characteristics and in a stationary state or by narrowing the slit width W more than the part desired to adjust the characteristics, or irradiating the optical waveguide 11 with the ultraviolet rays 14b moving the irradiating position by moving the mirror 15. The wavelength of the ultraviolet rays 14a from the light source 16 is preferably about 200-300 nm. For example, a KrF eximer laser (wavelength 248 nm) or a YAG laser (wavelength 266 nm) is used as the light source 16.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-74950

(P2001-74950A)

(43)公開日 平成13年3月23日(2001.3.23)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 B 6/12  
G 0 1 M 11/00

識別記号

F 1  
G 0 2 B 6/12  
G 0 1 M 11/00

7-4950\*(参考)  
F 2 G 0 8 6  
T 2 H 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全6頁)

(21)出願番号 特願平11-248105

(22)出願日 平成11年8月31日(1999.8.31)

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社  
東京都千代田区大手町一丁目6番1号

(72)発明者 佐藤 忍

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

(72)発明者 荒井 英明

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

(74)代理人 100068021

弁理士 舟谷 信雄

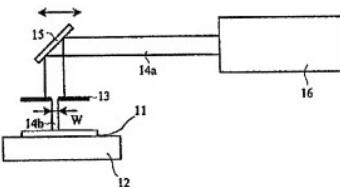
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光合分波器の特性調整方法

(57)【要約】

【課題】 高温加熱を必要とせず光導波路の等価屈折率を任意に調整することができる光合分波器の特性調整方法を提供する。

【解決手段】 基板上の複数の光導波路11で構成された光合分波器の特性を調整する光合分波器の特性調整方法において、上記光導波路11のいずれかに紫外光14bを照射することによりその光導波路11の屈折率を変化させて特性を調整する。



### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上の複数の光導波路で構成された光合分波器の特性調整方法において、上記光導波路のいずれかに紫外光を照射することによりその光導波路の屈折率を変化させることを特徴とする光合分波器の特性調整方法。

【請求項 2】 上記紫外光の波長が 248 nm 又は 266 nm である請求項 1 記載の光合分波器の特性調整方法。

【請求項 3】 光源からの紫外光をスリットで切り出して紫外光ビームにし、その紫外光ビームを上記光導波路の長手方向に沿って移動させながら照射する請求項 1 記載の光合分波器の特性調整方法。

【請求項 4】 上記光導波路に液め水素添加処理を行う請求項 1 又は 3 記載の光合分波器の特性調整方法。

【請求項 5】 上記水素添加処理を 100 気圧以上で 1 週間以上行う請求項 4 記載の光合分波器の特性調整方法。

【請求項 6】 上記光導波路としてコアに少なくとも GeO<sub>3</sub> を含んだものを用いる請求項 1、3、又は 4 記載の光合分波器の特性調整方法。

【請求項 7】 上記光導波路のコアに GeO<sub>3</sub> が 10 m o 1 % 以上含まれている請求項 1、3、4、又は 6 記載の光合分波器の特性調整方法。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、基板上に光導波路を配置した平面型光導波回路により構成された光合分波器の特性調整方法に関するものである。

#### 【0002】

【從来の技術】 近年、波長多重伝送技術の進展に伴い、シリコン基板や石英ガラス基板上に光導波路を配置し、光合分波などの機能を集積化した光導波回路の開発が盛んに行われている。

【0003】 この光合分波器などの機能を有する素子は、そのコア部の断面寸法を通常使用している單一モード光ファイバに合わせて 5 ~ 10 μm 程度で作製することができるため、光ファイバとの整合性に優れた実用的な光導波回路部品の実現手段として期待されており、その実用化が進められている。

【0004】 図 4 に、分波間隔  $\Delta \lambda = 0.4 \sim 1.6$  nm で、1.6 ~ 8.0 波程度の多波長を合分波する MZ I (Mach Zehnder Interferometer) 型光合分波器の一例を示す。

【0005】 図 4 に示すように、石英ガラス基板 71 上に形成された光導波路 73、74 は、膜厚 30 μm 程度の SiO<sub>2</sub> 系ガラスクラッド層（図示せず）と、そのグラッド層に埋設された断面寸法 7 × 7 μm 程度の SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> 系ガラスコアとからなる。

【0006】 光合分波器は、2 本の光導波路 73、74

を光路差  $\Delta L$  を持つように 100 μm 程度の間隔で配置され、これらの光導波路 73、74 上の光路差  $\Delta L$  を持たせた部分を 2 つの 3 dB カプラ 72a、72b で挟んで構造となっている。

【0007】 この光合分波器に形成された入力ポート P1 に入射した 500 GHz グリッド ( $\Delta \lambda = 0.4$  nm) の信号光は、2 本の光導波路 73、74 と 2 つの 3 dB カプラ 72a、72b を通過した後、1000 GHz グリッド ( $\Delta \lambda = 0.8$  nm) の 2 つの信号光として出力ポート P1、P2 に输出される。

【0008】 図 6 (a) に、この MZ I 型光合分波器の出力ポート P1 から出力された信号光のスペクトル特性の一例を示す。

【0009】 図 6 (a) に示すように、光合分波器としては、アイソレーションが 20 dB 以上の分波特性のものが製作可能であったが、分波した信号光はグリッドからのずれが生じることが分かった。

【0010】 この原因は、2 つの 3 dB カプラに挟まれた光導波路のコア幅の非対称性に起因するものである。そこで、この中心波長ずれを低減するために、CO<sub>2</sub> レーザーを用いたチューニングを行っている。

【0011】 図 5 に、CO<sub>2</sub> レーザチューニング装置の概略図を示す。

【0012】 図 5 に示すように、CO<sub>2</sub> レーザ (波長 10.6 μm)、光源 6.6 から出射されたレーザ光 6.4 は、レーザ光 6.4 を全反射する材質からなるミラー 6.5 により折り返され、集光レンズ 6.3 により集光された後、光導波路 6.1 を固定する機構のついたステージ 6.2 上の光導波路 6.1 に照射される。

【0013】 図 4 に示したように、光導波路 73 上に、スポット径が数百 μm 程度に集光されたレーザ光 7.5 を照射すると、光導波路 73 のレーザ光 7.5 が照射された部分の等価屈折率が下がるため、中心波長を短波長側にシフトさせることができる。また、長波長へシフトさせたい場合には反対側の光導波路 74 へレーザ光 7.5 を照射すれば良い。

【0014】 以上のような方法で分波波長をグリッドに合わせるチューニングをすることが可能となる。また、中心波長を大きくシフトさせるには、図 5 に示したように、ミラー 6.5 の移動によりレーザ光 6.4 の光導波路 6.1 への照射位置を変えていけば良い。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】 以上説明したように、從来技術では CO<sub>2</sub> レーザ光を光導波路に照射することにより、光合分波器の分波波長をチューニングすることができます。

【0016】しかしながら、このような方法でチューニングを行うと、光合分波器は初期特性で 20 dB 以上のアイソレーションが劣化するという問題点があることが分かった。

【0017】図6（b）に、従来法によりチューニングを行った場合の光合分波器の被長シフト量とアイソレーション劣化量の関係を示す。

【0018】図6（b）に示すように、0.2 nm程度の波長シフトをさせると、アイソレーションが8 dB程度劣化して20 dB以下となり、波長合分波器として使用できなくなる。

【0019】これは、CO<sub>2</sub>レーザを照射した場合、照射点付近のみが局的に100°C以上の高溫になってしまい、結果としてコアの変形や反り量が変わってしまうためであると考えられる。

【0020】つまり、従来法のような高温加熱プロセスを要するチューニング法ではアイソレーションが劣化するという問題点があった。

【0021】そこで、本発明の目的は、高温加熱を必要とせず光導波路の等価屈折率を任意に調整することができる光合分波器の特性調整方法を提供することにある。

#### 【0022】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために請求項1の発明は、基板上の複数の光導波路で構成された光合分波器の特性を調整する光合分波器の特性調整方法において、上記光導波路のいずれかに紫外光を照射することによりその光導波路の屈折率を変化させる方法である。

【0023】請求項2の発明は、上記紫外光の波長が2.48 nm又は2.66 nmである方法である。

【0024】請求項3の発明は、光源からの紫外光をスリットで切り出して紫外光ビームにし、その紫外光ビームを上記光導波路の長手方向に沿って移動させながら照射する方法である。

【0025】請求項4の発明は、上記光導波路に予め水素添加処理を行う方法である。

【0026】請求項5の発明は、上記水素添加処理を1.0気圧以上で1週間以上行う方法である。

【0027】請求項6の発明は、上記光導波路としてコアに少なくともGeO<sub>2</sub>を含んだものを用いる方法である。

【0028】請求項7の発明は、上記光導波路のコアにGeO<sub>2</sub>が1.0 mol%以上含まれている方法である。

【0029】すなわち、本発明は、GeO<sub>2</sub>が添加された光導波路に紫外光を照射したときに屈折率が変化することを利用して光合分波器の特性を調整することを実現するようにしたものである。

【0030】上記構成によれば、光導波路に紫外光を照射することで、照射部分の温度が基板に悪影響を与えないでの、他の特性（アイソレーション）を劣化させること無しに光合分波器の波長を任意にシフトさせることができる。また、紫外光を切り出してビームにし、そのビームを光導波路に沿って移動させて照射するので、光導波路には均一な強度分布の紫外光が照射される。さら

に、光導波路は水素添加処理が施されると共にコアに少なくとも1.0 mol%以上のGeO<sub>2</sub>を含んだものが用いられるので、コアの屈折率は、紫外光強度及び照射時間に応じて大巾に変化する。これにより、より正確に屈折率を変化させることができると共に効率良く分波特性を調整できる。

#### 【0031】

【発明の実施の形態】次に、本発明の好適一実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0032】図1に本発明を実施するための光合分波器の特性調整装置の概略図を示す。

【0033】図1に示すように、光合分波器の特性調整装置は、光導波路1 1に照射する紫外光1 4 aの光源1 6と、この光源1 6からの紫外光1 4 aを光導波路1 1上に案内するためのミラー1 5と、このミラー1 5により案内された紫外光1 4 aから均一な強度分布を持つ紫外光1 4 bを任意の幅Wで切り出してビームを形成するスリット1 3と、光導波路1 1が形成された石英ガラス基板が載置されると共にこの基板を強制的に固定する機構を有するステージ1 2とから構成されている。

【0034】光源1 6からの紫外光1 4 aの波長は、2.00～3.00 nm程度が好ましく、光源1 6としては、例えばKrFエキシマーレーザ（波長2.48 nm）あるいはYAGレーザ（波長2.66 nm）が用いられる。

【0035】ミラー1 5は、紫外光1 4 aを全反射する材質からなり、また、スリット1 3は、紫外光1 4 aを透過せず、かつ紫外光1 4 aによって損傷を受けにくい材質からなる。これらミラー1 5とスリット1 3はともに光導波路1 1の長手方向に沿って移動可能に設けられている。

【0036】図2に本発明により特性調整される光合分波器の概略図を示す。

【0037】光合分波器1は、石英ガラス基板と、その基板上に形成され、光路差ΔLを持つように1.00 μm程度の間隔で配置された2本の光導波路3、4と、その光導波路3、4上の光路差ΔLを持たせた部分を抉んで形成された光導波路3、4からの信号光を分波するための2つの3 dBカプラ2 a、2 bと、各光導波路3、4に設けられた外部からの信号光を入力するための入力ポートP in及び3 dBカプラ2 a、2 bに分波された信号光を各光導波路3、4から外部に出力するための出力ポートP 1、P 2とから主に構成されている。

【0038】この石英ガラス基板上に形成された光導波路3、4は、従来の光導波路と同様に、断面寸法7 × 7 μm程度のSiO<sub>2</sub> - TiO<sub>x</sub>系ガラスコアと、そのコアよりも屈折率が低い材料からなり、そのコアを覆うように形成された膜厚3.0 μm程度のSiO<sub>2</sub>系ガラスクラッド層とから構成されており、それらコアとクラッド層の比屈折率差は0.3～6%程度に設定されている。

【0039】光導波路3、4は、紫外光が照射されたと

きにその紫外光強度及び照射時間に応じて屈折率が変化するように、コアには少なくともGeO<sub>2</sub>が添加されている。この光導波路3、4のコアにはGeO<sub>2</sub>以外に、Al、Er、Ti等が適宜添加されていても良い。さらに、紫外光照射に対して十分な屈折率変化を得るためにGeO<sub>2</sub>は10mol%以上添加されている。

【0040】次に、図1、図2、図3(a)、及び図3(b)を用いて光導波路から構成される光合分波器の特性を調整する方法を作用と共に説明する。

【0041】光合分波器への紫外光照射に先立ち、水素添加処理を行う。この水素添加処理は、紫外光照射によるコアの屈折率変化を十分に得るために行われ、光合分波器を1000~300atm、50°C程度に調整された水素充満容器中に1週間以上保持することによって達成される。

【0042】そして、図1に示したように、光導波路1をステージ1上に固定した後、この光導波路1に紫外光14bを照射する。

【0043】この紫外光14bは、光源16から出射された紫外光14aが、ミラー15により折り返され、スリット13により均一な強度分布の幅Wのビームに切り出された後、光導波路1に照射される。

【0044】この紫外光照射に際しては、スリット幅Wを、特性を調整したい部分(幅)に合わせた幅にして、静止した状態で紫外光14bを照射するか又は、特性を調整したい部分(幅)よりも狭くして、紫外光14bを光導波路1に照射し、ミラー17の移動により照射位置を移動させながら行う。

【0045】また、スリット13により所定の幅Wに切り出された紫外光14bを、図2に示した光合分波器1の2本の導波路3、4のうちのどちらか調整する方に照射する。

【0046】この紫外光5を光導波路3に照射すると、照射した部分の屈折率が照射時間に比例して上昇するため、図3(a)に示すように分波波長を長波長側にシフトすることが可能である。

【0047】この紫外光照射部分の温度は数百°C程度の低温であり、コアの変形や応力状態が変化することはなく、約10分の照射時間で20dB以上のアイソレーションを劣化させることなく波長のみをシフトさせることができる。

【0048】同様に、分波波長を短波長側にシフトさせたい場合には、紫外光5を導波路4に照射すれば良い。また、図3(b)に示すように、紫外光の照射時間を増加させることで波長シフト量を増加させていくことが可能である。

【0049】以上説明したように、本発明によれば、紫

外光照射部分の温度が従来よりも上昇しないので、光合分波器の作製プロセスにおけるコア幅のばらつきが大きくなる、紫外光照射によって分波波長を容易かつ大巾に調整することができ、素子を再現性良く、かつ高い歩留りで作製することができる。

【0050】さらに、本発明は、GeO<sub>2</sub>が添加されたコアからなる光導波路に水素添加処理をした後、紫外光を光導波路に照射するという簡単な方法で再現性良く、特性を調整することができる。

【0051】また、本発明は、分波特性をモニタしながら紫外光の照射を行い、照射時間のみを調整することで、光合分波器の初期特性を劣化させること無しに分波波長のみを容易に調整できる方法であるという点で優れている。

【0052】尚、本実施の形態では、光導波路3、4が2本形成された光合分波器1の特性を調整する場合について述べたが、光導波路が3本以上形成された光合分波器の特性も調整できることは言うまでもない。

【0053】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、GeO<sub>2</sub>を含むコアからなる光導波路の屈折率が紫外光照射により上昇することを利用して、基板上に光導波路を配置した平面型光導波路により構成された光合分波器の分波特性を容易に調整できる。

【0054】また、光導波路に予め水素添加処理をした状態で紫外光照射を行うことで短時間で効率良く特性を調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するための装置の概略図である。

【図2】本発明により特性調整された光合分波器の概略図である。

【図3】本発明により特性調整を行った光合分波器の特性の例を示した図であり、(a)はチューニング前とチューニング後の波長の分布を示しており、(b)は照射時間に対する波長のシフト量を示している。

【図4】従来法により特性調整された光合分波器の概略図である。

【図5】従来の特性調整方法を実施するための装置の概略図である。

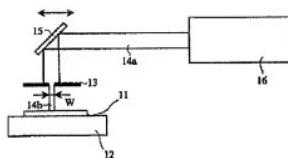
【図6】従来法により特性調整を行った光合分波器の特性の例を示す図であり、(a)はチューニング前とチューニング後の波長の分布を示しており、(b)は波長のシフト量に対するアイソレーションの劣化量を示している。

【符号の説明】

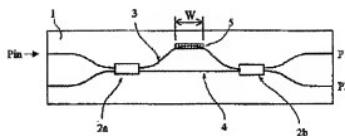
11 光導波路

14b 紫外光

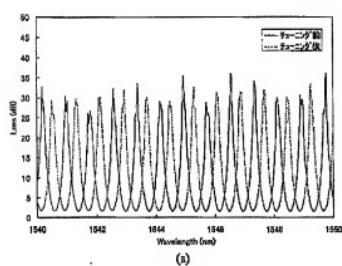
【図 1】



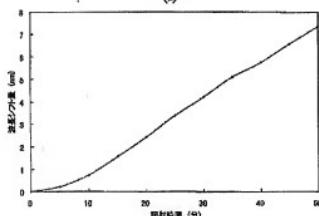
【図 2】



【図 3】

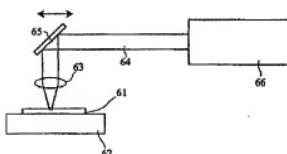


(a)

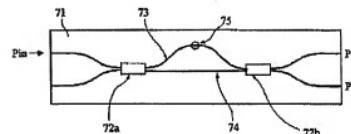


(b)

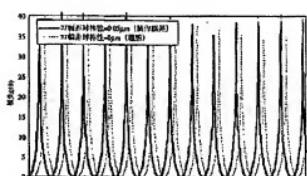
【図 5】



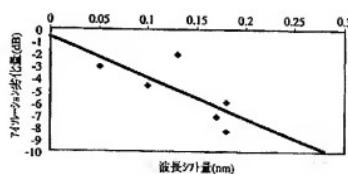
【図 4】



【図 6】



(a)



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 良治

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

(72)発明者 本郷 晃史

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

F ターム(参考) 2G086 EE12

2H047 KB04 LA18 PA11 QA04 TA00